



Analisis Pengaruh Perbandingan Diameter *Inlet* dan *Outlet* Pada Venturi Meter Terhadap Nilai CD

Ramdhan Nugraha Effendi¹, Oleh²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang.

Abstract

Received: 11 Desember 2022

Revised: 13 Desember 2022

Accepted: 16 Desember 2022

Venturi meter is a measuring tool that functions to measure the mass flow rate of fluid flowing in a channel by applying a pressure difference. The pressure difference is generated by the narrowing of the channel from the inlet to the outlet. The difference in the dimensions of the inlet and outlet affect the Coeffeesin discharge Cd value of the measuring instrument. The value of the Cd range from existing standards ranges from 0.90 to 0.97 depending on the Reynolds number experienced by the fluid. From the results of experiments carried out through CFD simulations with several variable ratios of the inlet and outlet dimensions of 0.25, 0.5 and 0.75 with variations in speed of 0.5, 1 and 1.5 m/s. From these results an ideal Cd value of 0.992 was obtained. With the resulting ratio of 0.5.

Keywords: *Venturi meter, flow rate, Coeffesin discharge, ratio*

(* Corresponding Author: ramdhan@gmail.com)

How to Cite: Effendi, R., & Oleh, O. (2023). Analisis Pengaruh Perbandingan Diameter Inlet dan Outlet Pada Venturi Meter Terhadap Nilai CD. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(2), 694-700. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7585268>

PENDAHULUAN

Venturi meter adalah salah satu alat ukur laju aliran massa atau volume untuk saluran tertutup. Venturi meter banyak digunakan pada berbagai industry tambang minyak, tambang gas maupun laboratorium.

Geometri dan dimensi Venturi terdiri berbagai macam bentuk, terutama pada bagian dimater yang digunakan sebagai hambatan. Bentuk diameter yang banyak digunakan seperti umumnya sudah ter-standarisasi. Namun pada dasarnya memiliki cara kerja yang sama yaitu dengan mengukur beda tekanan pada dua titik yang ditetapkan. Dua titik yang ditetapkan merupakan titik tertinggi beda tekanan yang terjadi pada alat ukur tersebut. Perhitungan hanya melibatkan persamaan Bernoulli, tekanan dan kontinuitas aliran.

Venturi sebelum digunakan sebagai alat ukur atau setelah beberapa lama digunakan selalu dikalibrasi dengan alat ukur yang lebih standar. Penambahan beda tekanan karena adanya perubahan dimensi pada saluran venturi mengakibatkan data yang diperoleh tidak akan sesuai lagi dengan hasil standar. Dalam beberapa literature nilai pengukuran menggunakan venturi selalu disertakan dengan nilai coeffesin discharge Cd.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh rasio diameter venturi terhadap perubahan tekanan dan aliran, serta menentukan nilai coefesin discharge Cd pada berbagai variasi rasio diameter.



METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, yaitu januari s.d juni 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Singaperbangsa Karawang dan dilakukan menggunakan model venturi dengan rasio 0,25, 0,5 dan 0,75 . Sedangkan diameter pipa yang digunakan berukuran 2 in. Venturi ini digunakan untuk mengukur laju aliran air yang mengalir dengan kecepatan 0,5 m/s, 1 m/s dan 1,5 m/s.dalam system.

Data Teknis dan Parameter Hasil Percobaan

Data teknik venturi meter yaitu terdiri atas :

- Diameter dalam pipa Di berukuran □ 2 in
- Rasio penampang saluran 0,25, 0,5 dan 0,75
- Panjang venturi meter $L_0 = 300$ mm
- Jarak tap in = 20 mm dan tap out = 10 mm terhadap mulut venturi meter.
- Variasi kecepatan pada sisi masuk sebesar 2, 5 dan 8 m/s

Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian meliputi beberapa kombinasi variabel bebas dan variabel tetap. Penyelesai dari beberapa kombinasi variabel tersebut diselesaikan menggunakan Full Factorial Methode.

Tabel 1. Lingkup Penelitian

No	β	V (m/s)	ΔP	Cd
1	0,25	2	e	e
2	0,5	2	e	e
3	0,75	2	e	e
4	0,25	5	e	e
5	0,5	5	e	e
6	0,75	5	e	e
7	0,25	8	e	e
8	0,5	8	e	e
9	0,75	8	e	e

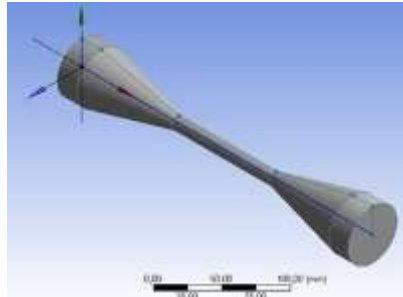
Dari tabel 1 akan ditentukan seberapa besar variabel variabel tersebut terhadap perubahan tekanan dan nilai Cd..

Alat yang digunakan

Untuk melakukan perhitungan dan simulasi dari venturi meter ini, penulis menggunakan perangkat lunak laptop Acer dengan RAM sebesar 6 GB dan OS win7. Sedangkan aplikasi yang digunakan untuk pembuatan geometri hingga report menggunakan CFD dari produk Ansys 14.5.

Geometri

Geometri adalah membangun model skala 1 : 1 dengan ukuran yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil pembuatan geometri venturi meter dengan rasio 0,25 dengan diameter 50,8 mm dan 12,7 mm dengan pembagian panjang merata masing-masing 100 mm seperti disajikan dalam gambar berikut :



Gambar 1. Geometri venturi meter dengan rasio 0,25

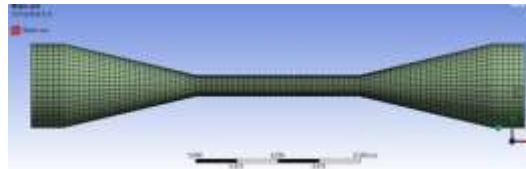
Parameter yang digunakan dapat dilihat dalam list dari Design Modeler berikut :



Gambar 2. Parameter geometri venturi meter dengan rasio 0,25

Meshing

Meshing adalah membagi geometri dalam beberapa ukuran yang lebih kecil (elemen hingga) sehingga dapat dibuat diskritisasi model matematik dari objek tersebut.



Gambar 3. hasil meshing

Solution setup

Tahap selanjutnya adalah tahap solution setup yaitu memilih model matematik, memilih material fluida kerja, kondisi batas. Dan lainnya. Urutan dari solution setup sebagai berikut :

- a. *General*
- b. *Model*
- c. *Materials*
- d. *Cells zone conditions*
- e. *boundary conditions*
- f. *references values*
- g. *solution methods*
- h. *monitors*
- i. *solution initialization*
- j. *calculation activities*
- k. *run calculation*
- l. *results*

Diagram Alir



Gambar 4. Diagram alir proses perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dimensi dan Rasio Venturi

Dimensi dari geometri venturi yang digunakan untuk sisi masuk air adalah 2 in atau 50,8 mm dan rasio $\beta = 0.25$. maka luas penampang masuk venturi meter adalah:

$$A_1 = \frac{\pi D_i^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3,14 (50,8/1000)^2}{4} m^2$$

$$A_1 = 0,002026 mm^2$$

Untuk gas :

Perbedaan dengan hasil perhitungan adalah:

$$\Delta_{mg} = \frac{0,091 - 0,090978511}{0,090978511} 100$$

$$\Delta_{mg} = 3,2\%$$

Dan perhitungan dimensi dan geometri leher venturi meter seperti dalam table 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Dimensi leher venturi meter

No	Di (mm)	β	Dk = β Di (mm)	Ak (m ²)
1	50,8	0.25	12,7	0,00012661
2	50,8	0.5	25,4	0,00050645
3	50,8	0.75	38,1	0,00113951

2. Laju Aliran Masa

Data pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dengan kecepatan V_{in} 0.5 m/s, 1 m/s dan 1,5 m/s. Maka kecepatan aliran yang melewati leher venturi meter Dk dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_{air} = V_i A_i = V_k A_k$$

$$V_k = \frac{V_i A_i}{A_k}$$

$$V_2 = \frac{0,5 \frac{m}{s} 2025,80 mm^2}{126,61 mm^2}$$

$$V_2 = 8 \frac{m}{s}$$

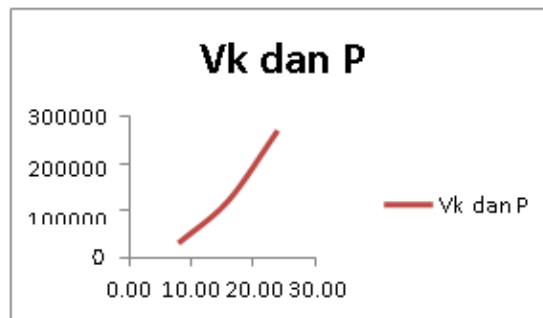
Sehingga laju aliran massa yang melewati leher venturi meter pada kondisi $\beta = 0,25$ dengan $D_k = 12,7$ diperoleh:

$$Q_r^{ai} = 8,00 \frac{m}{s} 0,00012661 m^3$$

3. Pengaruh Kecepatan Terhadap Perubahan Tekanan

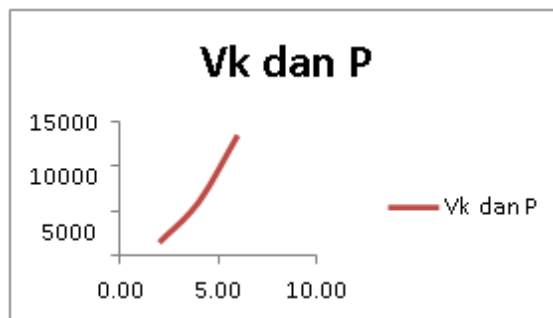
Pengaruh kecepatan terhadap perubahan tekanan sepanjang lintasan aliran dalam venturi meter dapat dilihat dalam garfrik berikut :

a. kecepatan 0,5 m/s



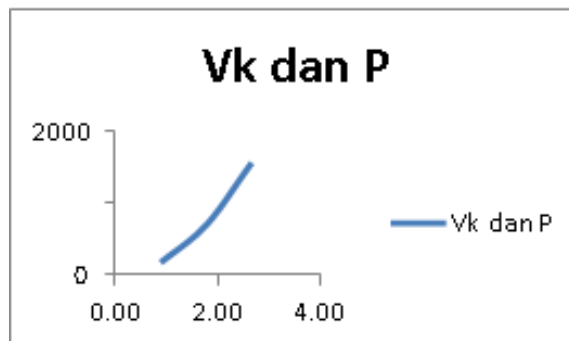
Gambar 5. Grafik kecepatan keluar V_k dan beda tekanan ΔP

b. kecepatan 1m/s



Gambar 6. Grafik kecepatan keluar V_k dan beda tekanan ΔP

c. kecepatan 1,5 m/s

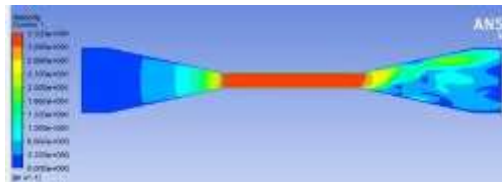


Gambar 7. Grafik kecepatan keluar V_k dan beda tekanan ΔP

4. Hasil Simulasi CFD

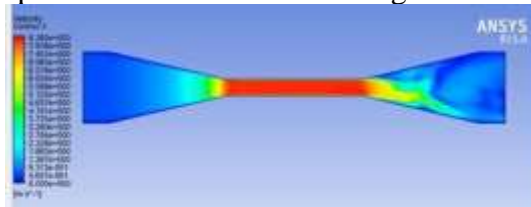
Simulasi dilakukan setelah penyusunan geometri dan mesh dilakukan sebelumnya. Tampilan yang disajikan adalah distribusi dari kecepatan dan tekanan yang terjadi sepanjang lintasan tersebut. Berikut adalah hasil-hasil simulasi yang dilakukan terhadap variasi β .

1. Kecepatan 2 m/s
 - a. Rasio 0.25



Gambar 8. Distribusi kecepatan pada venturidengan kecepatan inlet 2 m/s

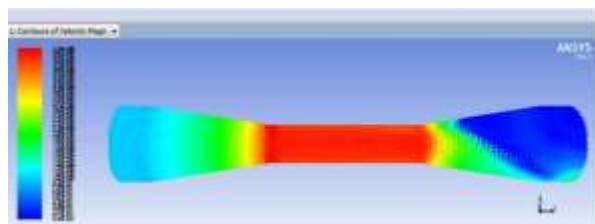
Kecepatan pada leher venture meter ada peningkatan yang lebih signifikan yaitu sebesar 3,33 m/s sedangkan hasil perhitungan hanya 8 m/s. untuk distribusi tekanan diperoleh sebaran tekanan sebagai berikut :



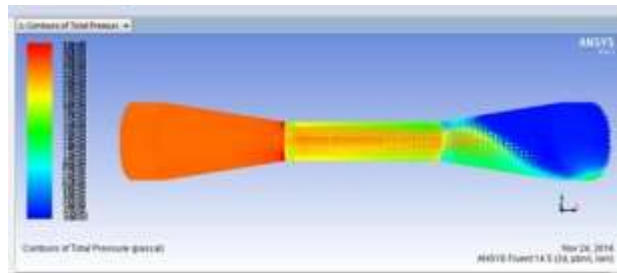
Gambar 9. Distribusi tekanan pada venturi dengankecepatan 0.5 m/s

Beda tekanan pada mulut dengan leher pada venture meter menunjukkan perbedaan tekanan yang tinggi. Dari grafik tersebut diperoleh tekanan total maksimum yang terjadi pada mulut venturisebesar 2,1 10⁶ Pa.

- b. Rasio 0.5



Gambar 10. Distribusi kecepatan pada venturidengan kecepatan 1 m/s
Kecepatan pada leher venture meter ada peningkatan yang lebih signifikan yaitu sebesar 4,15 m/s sedangkan hasil perhitungan hanya 2 m/s. untuk distribusi tekanan diperolehsebaran tekanan sebagai berikut :



Gambar 11. Distribusi tekanan pada venturi dengan kecepatan 1 m/s. Beda tekanan pada mulut dengan leher pada venturi meter menunjukkan perbedaan tekanan yang tinggi. Dari grafik tersebut diperoleh tekanan total maksimum yang terjadi pada mulut venturi sebesar 3200 Pa.

KESIMPULAN

Dari hasil proses interaksi sebuah software CFD dari Ansys 15.0 dan perhitungan dengan asumsi kekasaran permukaan 0.5 menghasilkan hasil perbedaan tekan P1 dan P2 secara teoritis dengan simulasi. Selain itu perbedaan kecepatan pada leher venturi meter tersebut.

Pengujian venturi meter menggunakan model memberikan hasil yang berbeda dengan perhitungan dari Bernoulli. Hal ini disebabkan faktor gesekan antar partikel dengan partikel air dan gesekan dengan dinding dianggap sangat kecil. Perubahan kecepatan dan perbedaan tekanan yang terjadi memberikan nilai yang lebih besar pada hasil perhitungan.

Namun demikian untuk nilai koefisien discharge memberikan nilai yang serupa dengan literatur yang ada sekitar 0.992 dengan rasio $\beta = 0.5$. Penggunaan rasio yang lebih rendah atau tinggi memberikan dampak perubahan yang besar pada Coefisien discharge Cd.

DAFTAR PUSTAKA

- Merle C. and David C. Wiggert, with Midhat Hondzo and Tom I. 2002. *Mechanics of fluids*. USA
- Perkins dan Reynolds, Harahap, Filino. 1991. *Termodinamika Teknik Edisi kedua* Erlangga. Jakarta,
- White, Frank, M, 1994. *Fluid Mechanics*, Mc Graw Hill, USA
- Sularso. Kiyokatsu Suga. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemulihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.